

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-312255  
 (43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.Cl. H01L 21/027  
 G03F 7/20  
 H01L 21/68

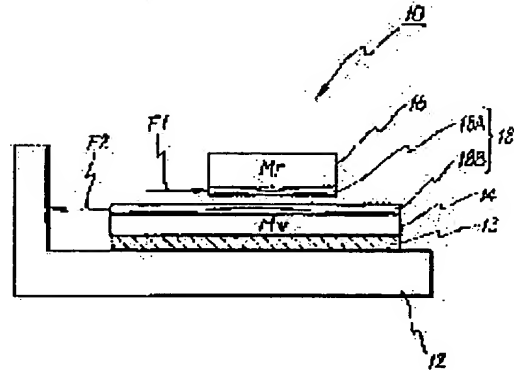
(21)Application number : 08-151584 (71)Applicant : NIKON CORP  
 (22)Date of filing : 23.05.1996 (72)Inventor : EBIHARA AKIMITSU

## (54) ALIGNER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the tilt and rocking of the whole device and improve the synchronous performance of a mask stage with a substrate stage.

**SOLUTION:** Since a mask stage 16 and a substrate stage 14 are supported by being floated above a base member 12, both stages 16 and 14 are driven by a linear motor 13 along a scanning direction in the opposite directions by non-contact, and the momentum is kept without permitting the base member 12 and other parts to apply any force to the stages 16 and 14 when the stages are driven. Since the mass ratio of the stage 16 to the stage 14 are set at the same value as the reduction ratio of a projection optical system, the speed ratio of the stage 16 to the stage 14 becomes the inverse number of the reduction ratio of the projection optical system by the principle of momentum conservation, and both stages 16 and 14 are accurately and synchronously controlled.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.05.2003  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-312255

(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 12 月 2 日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 4 Z
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	K
			21/30	5 1 5 G
				5 1 6 B
審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 15 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-151584

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 5 月 23 日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 蛇原 明光

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内

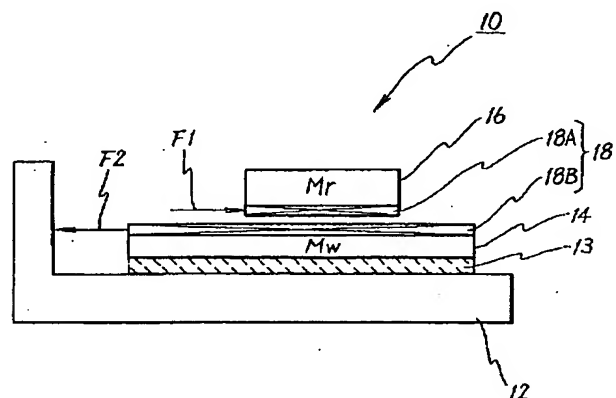
(74) 代理人 弁理士 立石 篤司 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 露光装置

## (57) 【要約】

【課題】 装置全体の傾きや揺れを抑え、しかもマスクステージと基板ステージとの同期性能の向上を図る。

【解決手段】 マスクステージ 16 と基板ステージ 14 とがベース部材 12 上に浮上支持されているので、両ステージ 16、14 がリニアモータ 13 によって走査方向に沿って互いに逆向きに非接触で駆動され、この際の両ステージ 16、14 の動きがベース部材 12 その他に何等の力を作用させることもなく、運動量は保存される。ここで、ステージ 16 とステージ 14 の質量比が不図示の投影光学系の縮小倍率と同一に設定されているので、運動量保存の法則により、ステージ 16 とステージ 14 の速度比が投影光学系の縮小倍率の逆数となって、両ステージ 16、14 が正確に同期制御される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクを保持するマスクステージと感光基板を保持する基板ステージとを同期走査しつつ、前記マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して前記感光基板に転写する露光装置であって、

空気軸受けを介してベース部材上に浮上支持された前記基板ステージと；前記基板ステージの質量の前記投影光学系の縮小倍率倍の質量を有し、前記ベース部材上に空気軸受けを介して浮上支持されたマスクステージと；前記両ステージ間に設けられ、前記両ステージを走査方向に沿って互いに逆向きに駆動する第1のリニアモータとを有する露光装置。

【請求項2】 前記投影光学系は、前記感光基板上に前記マスクに形成されたパターンの倒立像を投影する光学系であることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】 前記感光基板が基板ステージ上に水平に保持され、前記マスクが前記マスクステージ上に垂直に保持されると共に、前記投影光学系が、複数の透過光学素子、光分割器及び反射光学素子とを含み、物体面に配置された前記マスクのパターンを結像面に配置された前記感光基板上に所定の縮小倍率で投影する光学系であることを特徴とする請求項1又は2に記載の露光装置。

【請求項4】 前記光分割器を介して前記マスクに形成されたアライメントマークと前記感光基板上のアライメントマークとの両者を検出可能なハーフTTLアライメント検出系を更に有する請求項3に記載の露光装置。

【請求項5】 前記ベース部材と前記マスクステージとの間に、当該マスクステージを前記走査方向に沿って駆動する第2のリニアモータが設けられていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項6】 前記ベース部材と前記基板ステージとの間に、当該基板ステージを前記走査方向に沿って駆動する第3のリニアモータが設けられていることを特徴とする請求項3又は5に記載の露光装置。

【請求項7】 前記第1のリニアモータによる前記両ステージの走査時の速度比を微調整する回生制動制御回路が前記第2のリニアモータ及び第3のリニアモータの少なくとも一方に併設されていることを特徴とする請求項5又は6に記載の露光装置。

【請求項8】 前記基板ステージが、前記第1のリニアモータによる走査方向に駆動される第1ステージと、前記感光基板を保持して前記第1ステージと一体的に前記走査方向に移動するとともに該第1ステージに案内されて走査方向に直交する方向に移動可能な第2ステージとを有することを特徴とする請求項1ないし7のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は露光装置に係り、更

に詳しくはマスクを保持するマスクステージと感光基板を保持する基板ステージとを同期走査しつつ、マスクに形成されたパターン（半導体回路パターンや液晶回路パターン）を投影光学系を介して感光基板に転写する露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体素子製造用の露光装置として解像線幅0.5 $\mu$ m以下を実現するステップ・アンド・スキャン方式（以下、適宜「S&S方式」という）の走査型露光装置が開発され、半導体製造ラインでの本格的な実用化に向けて積極的な改良がなされている。そのようなS&S方式の露光装置は、例えば、■特開昭56-111218号公報、■SPIE Vol.1088 Optical/Laser Microlithography II(1989)の第424頁～第433頁、■特開平2-229423号公報、■特開平4-277612号公報等に開示されている。

【0003】このうち、上記■の公報には、等倍のミラプロジェクションをS&S方式で使用するためにマスクを走査露光時の走査方向に1次元移動させ、半導体ウエハは走査方向ヘスキャン移動させ、かつそれと直交した方向ヘステップ移動させる構成にすることが開示されている。また、上記■の文献には、光学レンズと反射鏡とを組合わせた円弧状スリット視野を有する1/4縮小投影光学系を使って、走査露光時にマスク（又はレチクル）とウエハとの速度比を精密に4:1に制御したS&S方式の縮小投影走査型露光装置が開示されている。また、上記■の公報には、照明光としてエキシマレーザを用い、通常の縮小投影レンズ系の円形像視野内に内接する正六角形を実効的な投影領域に制限してS&S方式の露光を行う装置が開示され、上記■の公報には、通常の縮小投影レンズ系の円形像視野内の直径に沿った直線スリット（長方形）状領域を実効的な投影領域に制限してS&S方式の露光を行う装置が開示されている。

【0004】この他、■特開平6-300973号公報には、より高い解像力を得るために複数の光学レンズとビームスプリッタと凹面鏡とで構成されて、露光用照明光として波長が200nm以下のArFエキシマレーザに適用した縮小投影光学系が開示されている。それと同様の投影光学系は、本願と同一出願人に係る特願平5-88087号公報にも開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述した各従来技術において、縮小投影光学系を使った走査型露光装置では、一般にレチクルを保持するレチクルステージとウエハを保持するウエハステージとを投影光学系の縮小倍率の逆数に一致した速度比で走査移動させる構成となっている。このため、レチクルステージ用の駆動源（例えばリニアモータ）とウエハステージ用の駆動源（例えばリニアモータ）とを装置ボディ（投影光学系を固定するコラム等）に個別に設け、レチクルとウエハとが一定の速度

比を保って相対移動されるように、両方の駆動源を精密に同期制御する必要があった。すなわち、走査露光時にレチクルステージを投影光学系に対して1次元移動させるリニアモータと、ウエハステージを投影光学系に対して1次元移動させるリニアモータと、各ステージの投影光学系に対する移動位置を個別に計測するレーザ干渉計の計測値に基づいて各リニアモータを個別に精密制御するサーボ制御回路とが必要となる。

【0006】また、かかる縮小投影光学系を用いる走査型露光装置の場合、レチクルステージ（マスクステージ）とウエハステージ（基板ステージ）とが各々異なる動特性を持つために、特性の良い方のステージが特性の劣る方のステージを追いかけてスキャンする方法が一般的に採用されている。しかしながら、特性の劣るステージは装置の骨組みとなるボディの揺れなどの影響も受けて整定が遅く、同期性能を向上させるためには、特性の良い方のステージとして極めて動特性の良いステージが必要であるばかりでなく、いわゆるアクティブ除振装置（防振装置）等のボディの揺れを減少させるための特別な装置が必要不可欠であり、その分装置構成が複雑化すると共にコストの上昇を招くという不都合があった。

【0007】更には、上記■、■の公報に記載の装置のように、レチクルからウエハに到る光軸が直線的になっている縮小投影系を使った走査露光装置では、一般的にレチクルステージとウエハステージとが共に水平方向に移動するように配置され、かつ垂直方向には80～150cm程度離れるように構成されることから、レチクルステージは露光装置ボディの上方に配置されることになり、レチクルステージの走査露光時のスキャン移動によって装置全体が傾いたり、装置ボディを構成する各構造物（コラム、定盤等）に過大な応力を加えたりと言った不都合もあった。

【0008】また、レチクルステージ用のリニアモータとウエハステージ用のリニアモータとの同期制御に乱調が発生したり、干渉計に計測誤差（カウントミス）が発生した場合、ウエハ上のショット領域に転写されたパターン像が走査方向に関する転写倍率が不均一なものとなるといった不都合をも有していた。

【0009】本発明は、かかる従来技術の有する不都合に鑑みてなされたもので、その目的は、単純な構成で、装置を構成する構造物に発生する応力を低減し、装置全体の傾きや揺れを抑え、しかもマスクステージと基板ステージとの同期性能の向上を図ることができる露光装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、マスクを保持するマスクステージと感光基板を保持する基板ステージとを同期走査しつつ、前記マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して前記感光基板に転写する露光装置であって、空気軸受けを介してベース

部材上に浮上支持された前記基板ステージと；前記基板ステージの質量の前記投影光学系の縮小倍率倍の質量を有し、前記ベース部材上に空気軸受けを介して浮上支持されたマスクステージと；前記両ステージ間に設けられ、前記両ステージを走査方向に沿って互いに逆向きに駆動する第1のリニアモータとを有する。

【0011】これによれば、マスクステージを基板ステージとがベース部材上に浮上支持されているので、両ステージが第1のリニアモータによって走査方向に沿って互いに逆向きに非接触で駆動され、この際の両ステージの動きがベース部材その他に何等の力を作用させることもなく、運動量は保存される。ここで、マスクステージの質量が基板ステージの質量の投影光学系の縮小倍率倍とされていることから、運動量保存の法則により、マスクステージと基板ステージの速度比が投影光学系の縮小倍率の逆数となって、両ステージが正確に同期制御される。また、系全体の重心位置は殆ど変化しないので、両ステージの走査により、ベース部材を含むボディ本体が揺れたり、傾いたりすることもない。

【0012】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の露光装置において、前記投影光学系は、前記感光基板上に前記マスクに形成されたパターンの倒立像を投影する光学系であることを特徴とする。これによれば、マスクのパターンが非対称な形状のパターンであっても、マスクステージと基板ステージとが第1のリニアモータによって互いに逆向きに同期走査される際に、パターンの像が感光基板上に正確に投影露光される。

【0013】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の露光装置において、前記感光基板が基板ステージ上に水平に保持され、前記マスクが前記マスクステージ上に垂直に保持されると共に、前記投影光学系が、複数の透過光学素子、光分割器及び反射光学素子とを含み、物体面に配置された前記マスクのパターンを結像面に配置された前記感光基板上に所定の縮小倍率で投影する光学系であることを特徴とする。

【0014】これによれば、例えば、光分割器を介してマスクステージと反対側に請求項4に記載のハーフTTLアライメント検出系を配置することが可能になり、このようにした場合には、ハーフTTLアライメント検出系により光分割器を介してマスクに形成されたアライメントマークと感光基板上のアライメントマークとを別々に又は同時に検出することが可能になり、レチクルアライメントマークの検出とウエハアライメントマークの検出を単一の検出系により兼用することが可能になる。

【0015】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれか一項に記載の露光装置において、前記ベース部材と前記マスクステージとの間に、当該マスクステージを前記走査方向に沿って駆動する第2のリニアモータが設けられていることを特徴とする。これによれば、第1のリニアモータをOFFにした状態で、第2のリニ

アモータを駆動することにより、ベース部材に対しマスクステージを独立して走査方向に駆動することが可能になり、これによりマスクステージの位置のリセットや微調整が可能になる。

【0016】請求項6に記載の発明は、請求項3又は5に記載の露光装置において、前記ベース部材と前記基板ステージとの間に、当該基板ステージを前記走査方向に沿って駆動する第3のリニアモータが設けられていることを特徴とする。これによれば、第1のリニアモータ（及び第2のリニアモータ）をOFFにした状態で、第3のリニアモータを駆動することにより、ベース部材に対し基板ステージを独立して走査方向に駆動することが可能になり、これにより基板ステージの位置のリセットや微調整が可能になる。

【0017】請求項7に記載の発明は、請求項5又は6に記載の露光装置において、前記第1のリニアモータによる前記両ステージの走査時の速度比を微調整する回生制動制御回路が前記第2のリニアモータ及び第3のリニアモータの少なくとも一方に併設されていることを特徴とする。これによれば、回生制動制御回路により第2のリニアモータ及び第3のリニアモータの少なくとも一方に回生制動作用を行なわせることにより、第1のリニアモータによって互いに逆向きに走査されるマスクステージ及び基板ステージの少なくともいずれか一方の見かけ上の質量を増加させ、両ステージの走査時の速度比を微調整することが可能になる。ここで、回生制動とは、モータを一種の発電機として機能させることにより、制動作用を生じさせることをいい、これによって第1のリニアモータによって駆動される負荷を増加（すなわち、マスクステージ及び基板ステージの少なくとも一方の見かけ上の質量を増加）させることができる。

【0018】この請求項7に記載の発明によれば、両ステージの質量比が所望の値に正確に設定されていない場合に両ステージの速度比を調整して所望の同期性能を確保することができる他、意識的に両ステージの質量比を所望の値から僅かにずれておき、走査時に回生制動量を適度に調整することで常に両ステージの速度比を投影光学系の縮小倍率の逆数に一致させることにより、運動量が完全に保存されない場合にも安定した同期性能を確保することが可能になる。

【0019】請求項8に記載の発明によれば、請求項1ないし7のいずれか一項に記載の露光装置において、前記基板ステージが、前記第1のリニアモータにより走査方向に駆動される第1ステージと、前記感光基板を保持して前記第1ステージと一体的に前記走査方向に移動するとともに該第1ステージに案内されて走査方向に直交する方向に移動可能な第2ステージとを有することを特徴とする。これによれば、基板を保持する第2ステージを第1ステージと一体的に走査方向に移動させて、走査露光を行ない、次いで第2ステージを第1ステージに対

して走査方向に直交する方向に移動させることを繰り返すことにより、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の露光を容易に実現できる。

【0020】

05 【発明の実施の形態】以下、本発明の原理的構成を図1に基づいて説明する。図1には、本発明に係る露光装置10の原理的構成が示されている。この露光装置10は、ベース部材としての除振台12と、この除振台12上にエアベアリング（空気軸受け）13を介して浮上支持された基板ステージ14と、この基板ステージ14上に浮上支持されたマスクステージ16とを備えている。そして、基板ステージ14とマスクステージ16との間には、リニアモータ18が設けられている。すなわち、例えば、質量Mrのマスクステージ16側にはリニアモータ18の駆動コイル18Aが設けられ、質量Mwの基板ステージ14側にはリニアモータ18のマグネット・トラック部18Bが設けられている。また、マスクステージ16の質量Mrと基板ステージ14の質量Mwの比が、不図示の投影光学系の縮小倍率倍になっている。

20 【0021】このようにして構成された本発明に係る露光装置10によれば、両ステージ14、16が浮上支持されていることから、リニアモータ18が励起されたとき、内力のみが働き、大きさが等しく方向が反対の作用力F1と反作用力F2（ $F2 = -F1$ ）がそれぞれのステージ16、14に加えられる。この力によって生じる両ステージ16、14の移動速度をVr、Vwとすると、空気抵抗等を見捨てれば、運動量保存の法則により、

30 
$$Mr \cdot Vr = Mw \cdot Vw$$

が成り立つ。従って、両ステージ16、14の速度比は、

$$Vr / Vw = Mw / Mr$$

となる。しかるに、本発明の場合、両ステージ16、14の質量の比Mr/Mwは、前記の如く不図示の投影光学系の縮小倍率Mplと等しく設定されているから、

$$Vr / Vw = Mw / Mr = 1 / Mpl$$

となつて、両ステージ16、14の速度比が投影光学系の縮小倍率の逆数と一致する。従って、理想的に、運動量が保存されている系が構成されている場合には、基板ステージ14及びマスクステージ16の一方のみの速度（又位置）をサーボ制御すれば、常に両ステージ14、16を確実に同期走査することができる。

【0022】例えば、マスクステージ16にサーボがなされた場合、仮に、マスクステージ16が振動的な動きをしても、基板ステージ14は質量比の逆数と同じ速度比でマスクステージ16と相似的な振動的な動きをする。また、運動量が保存されるため、系の重心位置は常に一定であるから除振台12を揺らすこともない。従って、両ステージ16、14の走査時の同期誤差は常に零

となる。

【0023】

【実施例】

《第1実施例》以下、本発明の第1実施例を図2ないし図4に基づいて説明する。図2ないし図3には、第1実施例に係るステップ・アンド・スキャン方式の露光装置100の主要部の構成が示されている。

【0024】この露光装置100は、不図示の除振パッド上に水平に保持されたベース部材としてのベース構造体200と、このベース構造体200上に浮上支持された基板ステージとしてのウエハステージ14及びマスクステージとしてのレチクルステージ体206と、ウエハステージ14の上方で不図示の本体コラムに保持されベース構造体200に固定された投影光学系PLと、同じく不図示の本体コラムに保持されベース構造体200に固定された照明光学系212とを備えている。ここで、前記ウエハステージ14は、X方向（走査方向）に移動可能な第1のステージとしての第1ウエハステージ体208と、この第1ウエハステージ体208に案内されX方向に直交するY方向に移動可能な第2ステージとしての第2ウエハステージ体220とから構成されている。なお、この具体的構成については、後に詳述する。

【0025】ベース構造体200の上面には、図2におけるY方向の一端（左端）部側にY方向に直交するX方向（紙面に直交する方向）に互いに平行に延びた2本の角柱状の固定ガイドレール202、204が突設され、ベース構造体200の他の上面は、各移動体（ステージ類）をZ方向に支持してXY平面内でスムーズに移動させるためにフラットに研磨されている。一方の固定ガイドレール202には、X方向に移動可能なレチクルステージ体206をZ方向に規定するガイド面202AとY方向に規定するガイド面202Bとが形成され、他方の固定ガイドレール204には、X方向に移動可能な第1ウエハステージ体208をY方向に規定するガイド面204Aが形成されている。

【0026】レチクルステージ体206としては、図2に示されるように、マスクとしてのレチクルRを垂直に保持する縦型のものが使用され、このレチクルステージ体206には、レチクルRを垂直に保持して投影光学系PLの光軸AXと垂直な面（図中のXZ面）内で並進微動と回転微動とを行うレチクル微動ステージ210が設けられている。

【0027】前記照明光学系212は、レチクルRに関して投影光学系PLと反対側に配置され、レチクルRの矩形のパターン領域を走査露光時の走査方向（X方向）と直交した方向にスリット状（又は矩形状）に延びた強度分布の照明光で照射する。その直線的なスリット状照明光で照射されるレチクルRのパターン部分は、投影光学系PLの水平な光軸AXと垂直な物体面側の円形視野の中央に位置し、透過光学素子としての第1レンズ群G

1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、光分割器としてのビームスプリッタBS及び反射光学素子としての凹面鏡MRによって両側テレセントリックに構成される所定の縮小倍率Mpl（本実施例では1/4とする）の投影光学系PLを通して、例えば、0.35μm以下の解像力でウエハW上に投影される。ここで、この投影光学系としては、レチクルRのパターン面に形成された不図示の回路パターンの倒立像（X軸上で倒立）をウエハW上に投影するものが使用される。なお、このような投影光学系PLの詳細な構成は、先に挙げた特開平5-88087号公報は特開平6-300973号公報等に詳しく開示されているので、ここではそれ以上の説明を省略する。

【0028】さて、前記レチクルステージ体206の底部には、固定ガイドレール202のガイド面202Aに対向してレチクルステージ体206の自重を支えるエアベアリング（空気軸受け）用のパッドPDA、固定ガイドレール202のガイド面202Bに対向してレチクルステージ体206のY方向変位を拘束するエアベアリング用のパッドPDB、及び固定ガイドレール202と204との間のベース構造体200の表面200Aに対向してレチクルステージ体206の自重を支えるエアベアリング用のパッドPDCが固定されている。これらのパッドのうちY方向変位拘束用のパッドPDBは、加圧空気を噴出する複数のエアパッド部とそれと交互にX方向（紙面と直交する方向）に配置されて空気を吸引する複数のバキュームパッド部とを組合せた空圧／真空コンビネーション型パッド（真空予圧型空気軸受け）で構成される。この空圧／真空コンビネーション型パッドによれば、バキュームパッド部の吸引力（予圧力）とエアパッド部からの噴出空気の圧力との釣合いにより、レチクルステージ体206がガイド面から所定のクリアランスを隔てて浮上支持される。また、パッドPDA、パッドPDCの場合は、レチクルステージ体206の自重が予圧力として作用し、この自重とパッドPDA、パッドPDCからの噴出空気の圧力との釣合いにより、レチクルステージ体206が、ガイド面から所定のクリアランスを隔てて浮上支持される。以下の説明においても、パッドが自重を支えるとは、この意味で用いる。

【0029】固定ガイドレール204のY方向他端側部分のベース構造体200上面に、第1ウエハステージ体208と、第2ウエハステージ体220とから成る前記ウエハステージ14が浮上支持されている。

【0030】第1ウエハステージ体208は、ベース構造体200上でXY平面に広がった矩形フレーム上に形成され（図3参照）、その自重はベース構造体200の上面と対向して4隅に配置されたエアベアリング用のパッドPDD、PDEで支えられる。そして、第1ウエハステージ体208のY方向（紙面内の左右方向）の変位は、固定ガイドレール204の垂直なガイド面204A

と対向して第1ウエハステージ体208に固定された空圧／真空コンビネーション型パッドPDFで拘束される。これによって、第1ウエハステージ体208はガイド面204Aとベース構造体200の表面とに案内されてX方向にフリクションレスで移動可能となる。

【0031】そして、この第1ウエハステージ体208とレチクルステージ体206との間には、X方向に沿って配置された第1のリニアモータ216が設けられる。この第1のリニアモータ216は、第1ウエハステージ体208側に固定され、X方向の移動ストロークに渡って延びるマグネット・トラック部216A（このマグネット・トラック部216Aは、X軸方向に延びる断面コ字状のヨークとこのヨークの上下面に固定された一対のマグネットとから成る）と、レチクルステージ体206側に固定された駆動コイル部216Bとで構成され、X方向の推力を発生する。すなわち、本第1実施例では、リニアモータ216が駆動されることにより、例えば、駆動コイル部216Bと一体的にレチクルステージ部206が紙面手前側に駆動されると、その反作用によりマグネット・トラック部216Aと一体的にウエハステージ14が紙面奥側に駆動されるようになっている。

【0032】また、前記レチクルステージ体206は、X方向に沿って設けられた第2のリニアモータ214によって単独でX方向に移動可能とされる。このリニアモータ214は、ベース構造体200側に固定され、レチクルステージ体206のX方向の移動ストロークに渡るマグネット・トラック部214A（このマグネット・トラック部214Aは、ガイド面200A上に固定された断面U字状のヨークとこのヨークの左右内面に固定された一対のマグネットとから成る）と、レチクルステージ体206側に固定された駆動コイル部214Bとで構成され、X方向の推力を発生する。この第2のリニアモータ214は、レチクルステージ体206を所定のリセット位置に戻す際に使用される他、種々の役割を有するが、これについては後述する。

【0033】さらに、前記第1ウエハステージ体208のフレームの内側には、図2及び図3に示されるように、ウエハWを真空吸着するウエハホルダ218と基準マーク板FMとを搭載した第2ウエハステージ体220がY方向に移動可能に保持される。なお、図3はXY平面上で見たウエハステージ体の構成を表している。この第2ウエハステージ体220の下部には、図2に示されるようにベース構造体200の上面と対向して、その自重を支えるためのエアベアリング用の複数のパッドPDI、PDGが取り付けられている。

【0034】また、第2ウエハステージ体220を挟んでY方向に延びた第1ウエハステージ体208の2本の直線フレーム部のいずれか一方の内側面には、図3にも示されるように第2ウエハステージ体220とY方向に案内する（X方向変位を拘束する）ためのガイド面22

2が形成され、第2ウエハステージ体220の一方の端部にはガイド面222と対向するような一対の空圧／真空コンビネーション型パッドPDHが固定されている。

【0035】さらに、第1ウエハステージ体208のY方向に延びた2本の直線フレーム部の各々と第2ウエハステージ体220との間には、図3に示されるように第2ウエハステージ体220を第1ウエハステージ体208に対してY方向に移動させる一対のリニアモータ240、242が設けられる。その一対のリニアモータ240、242の各駆動コイル部240A、242Aは第2ウエハステージ体220の両側に固定されるので、各リニアモータ240、242の駆動量を微妙に変えることで第2ウエハステージ体220をベース構造体200の表面上で微小回転（秒オーダー）させることができる。

【0036】ここで、図3を参照してレチクルRと第1、第2ウエハステージ体208、220とのXY平面上での反値構成をさらに説明する。図3においては、XZ平面内でのレチクルRのX方向（走査方向）の移動位置とレチクルRのXZ平面内での微小回転量（ヨーイング誤差）は、レチクルステージ体206に設けられた微動ステージ210の一部に固定された反射鏡CMxに測長用のレーザビームを投射し、その反射ビームを受光するレーザ干渉計RIFx、RIFθによって逐次計測される。また、図2、3のいずれにも示されていないが、レチクル微動ステージ210のZ方向（図2では紙面内の上下方向、図3では紙面に直交する方向）に関する位置を逐次計測するレーザ干渉計RIFyも設けられている。ここで、このレーザ干渉計RIFyは、レチクル微動ステージ210のZ方向位置を計測するのであるが、ウエハステージ座標系で考えた場合、このZ方向位置は、Y方向位置に対応するので、敢てレーザ干渉計RIFyという符号を用いている。従って、以下の説明では、このレーザ干渉計RIFyの計測値は、PYと表現する。

【0037】また、ウエハWのXY平面内での座標位置は、第2ウエハステージ体220上のY方向の他端（右端）にX軸方向に延設された移動鏡Myに測長用のレーザビームを投射し、その反射ビームを受光するレーザ干渉計WIFyと、第2ウエハステージ体220上のX方向の一端にY軸方向に延設された移動鏡Mxに測長用のレーザビームを投射し、その反射ビームを受光するレーザ干渉計WIFxとによって逐次計測される。各干渉計WIFx、WIFyは、同時に第2ウエハステージ体220の微小回転量（ヨーイング誤差）も逐次計測している。なお、移動鏡、干渉計ともに図2では図示が省略されている。

【0038】以上の各干渉計RIFx、RIFθ、RIFy、WIFx、WIFyは、いずれもベース構造体200を基準としてレチクルRやウエハWの座標位置を計測するように、基準となる平面鏡やコーナブリズム



(いずれも図示せず)はベース構造体200に対して固定されている。

【0039】ところで、図3中のウエハWには1つのショット領域SAが示されているが、図3の状態ではショット領域SAの中心点が投影光学系PLの垂直な光軸AX(図2中のレンズ群G3の光軸)と丁度合致した瞬間を表し、そのときレチクルRのパターン領域の中心点も水平な光軸AX(図2中のレンズ群G1、G2の光軸)と丁度合致する。

【0040】この他、本第1実施例の露光装置100では、投影光学系PLとレチクルRとの間から投影光学系PLの投影視野の周辺部を介して、ウエハW上または基準マーク板FM上に形成されたアライメントマークを光電的に検出するTTL(スルー・ザ・レンズ)方式のアライメント光学系230と、ビームスプリッタBSと第3レンズ群G3とを介してウエハW上または基準マーク板FM上のアライメントマークを検出したり、ビームスプリッタBSと第2、1レンズ群G2、G1とを介してレチクルR上のアライメントマークを検出したりするハーフTTL方式のアライメント光学系232とが設けられている。

【0041】以上の構成において、レチクルステージ体206とレチクル微動ステージ210との両方の質量の合計値Mrと、ウエハステージ14、すなわち第1ウエハステージ体208と第2ウエハステージ体220との両方の質量の合計値Mwとの比は、投影光学系PLの縮小倍率Mplと等しくなるように設定されている。本実施例の場合は、前記の如く、投影光学系の倍率Mplが1/4であるから、質量比Mr/Mwも1/4に設定される。具体的な一例を挙げると、使用されるウエハWの直径に依存する処が大きいウエハステージ体の合計の質量Mwを40~100Kg程度、レチクルステージ体の合計の質量Mrを10~25Kg程度にすることができる。

【0042】図4には、この第1実施例に係る露光装置100の制御系の構成が示されている。この制御系は、アライメント制御系259、ステージ主制御系260、駆動回路253、駆動系254、主走査駆動系255及び駆動回路256等を含んで構成されている。ここで、この制御系の上記構成各部についてその作用とともに説明する。

【0043】前述したTTLアライメント検出系230からの検出情報と、ハーフTTLアライメント検出系232からの検出情報とは、アライメント制御系259に入力され、ここでウエハW、レチクルR、または基準マーク板FM上のアライメントマークの座標位置や位置ずれ誤差が決定される。

【0044】ステージ主制御系260は、不図示のオペレーション用のミニ・コンピュータとインターフェースされ、前述した各リニアモータ214、216、24

0、242、レチクル微動ステージ210をそれぞれ駆動制御する駆動系254、主走査駆動系255、駆動回路256、駆動回路253と接続される。

【0045】この内、駆動回路253は、レチクル側の干渉計RIFx、RIFθ、RIFyによって計測されるX方向、Y方向、回転(ヨーイング)方向の各位置情報PX、PY、Pθと主制御系260からの指令情報とに基づいてレチクル微動ステージ210をサーボ制御し、アライメント時や走査露光中にレチクルRを微小移動させる。

【0046】また、駆動系254は、レチクル側の干渉計RIFxによって計測される位置情報PX(及び速度情報Vx)と主制御系260からの指令情報とに基づいて第2のリニアモータ214の駆動をサーボ制御する。

【0047】また、主走査駆動回路255は、主に走査露光時に作動し、レチクル側の干渉計RIFxによって計測される速度情報Vx(又は位置情報PX)とウエハ側の干渉計WIFxによって計測される速度情報Vx(又は位置情報PX)とにいずれか一方、あるいは両方をモニタしつつ、レチクルステージ体206と第1ウエハステージ体208の少なくとも一方の絶対速度が主制御系260からの速度指令情報と等しくなるように第1のリニアモータ216をサーボ制御する。

【0048】駆動回路256は、ウエハ側の干渉計WIFx、WIFyによって計測される位置情報PX、PY、Pθと主制御系260からの指令情報とに基づいて、前述した一対のリニアモータ240、242の駆動をサーボ制御する。

【0049】次に、上述のようにして構成された本第1実施例の露光装置100の走査露光時の動作を説明する。ここでは、ハーフTTLアライメント検出系232によるレチクルアライメント及びTTLアライメント検出系230によるレチクルRとウエハWのグローバルアライメント及び基準板FMを用いたベースライン計測等の事前準備は、完了しているものとする。

【0050】まず、ステージ主制御系260では、投影光学系PLの露光フィールド内に、ウエハW上の所定のショット領域のX軸方向の一端部を位置決めすべく、主走査駆動系254及び駆動回路256に指令を与えて、リニアモータ216及びリニアモータ240、242を駆動する。これにより、第2ウエハステージ体220が、第1ウエハステージ体208と一体的にレチクルステージ体206と反対方向にX移動されるとともに第1のウエハステージ体208に対してY方向に駆動され、当該ショット領域のX軸方向に一端部が投影光学系PLの露光フィールド内に、位置決めされる。次に、ステージ主制御系260では、駆動系254を介して第2のリニアモータ214を駆動してレチクルステージ体206を所定のリセット位置に戻す。これにより、レチクルのX軸方向の他端部が投影光学系PLの露光フィールドに



一致する。なお、この場合において、レチクルステージ体 206 が X 方向に位置変化しないように、第 2 のリニアモータ 214 をレチクル用干渉計 250 の計測値に基づいてサーボ制御した状態で、第 1 のリニアモータ 216 を駆動させて第 1、第 2 ウエハステージ体 208、220 を一体としてベース構造体 200 上で単独に X 方向に移動させた後、第 2 のリニアモータ 214 のみをレチクル用干渉計 250 の計測値に基づいてサーボ制御することにより、レチクルステージ体 206 をベース構造体 200 上で単独に X 方向に移動させるようにしても良い。

【0051】次に、ステージ主制御系 260 では主走査駆動系 255 に指令を与えてリニアモータ 216 を駆動して当該ショット領域の露光を開始する。本第 1 実施例の場合、ウエハステージ 14 及びレチクルステージ体 206 は共にベース構造体 200 上でエアベアリング（真空軸受け）を介して浮上支持されていることから、第 1 のリニアモータ 216 の駆動コイル部 216B へ駆動電流を供給すると、運動量保存則に従って第 1 ウエハステージ体 208 と第 2 ウエハステージ体 220 とは一体となってベース構造体 200 の上面を例えば +X 方向に速度  $V_w$  で移動し、レチクルステージ体 206 はベース構造体 200 の上面を -X 方向に速度  $V_r$  で移動する。この場合において、前記の如く、レチクルステージ体 206 とレチクル微動ステージ 210 との両方の質量の合計値  $M_r$  とウエハステージ 14 の全体の質量  $M_w$  との比が、投影光学系 PL の縮小倍率  $1/4$  に等しく設定されていることから、運動量保存の法則により、加速時、等速時、減速時のいかに拘らず、レチクルステージ体 206 とウエハステージ 14 との速度比は  $4:1$ 、即ち縮小倍率  $M_{pl}$  の逆数に等しくなる。従って、ウエハステージ 14 及びレチクルステージ体 206 の一方のみの速度（又は位置）をサーボ制御すれば、常に両者を確実に同期走査することができる。

【0052】ここで、各走査速度  $V_w$ 、 $V_r$  の絶対値（ベース構造体 200 に対する速度）は、走査露光時にウエハ W 上に与えられる露光量を左右するので、主走査駆動系 255 ではレチクルステージ体 206 の X 方向位置計測用の干渉計 RIFx か、第 1 ウエハステージ体 208 の X 方向位置計測用の干渉計 WIFx のいずれか一方から出力される速度情報をモニタしつつ、その速度が指定された一定値になるように第 1 のリニアモータ 216 の駆動をサーボ制御することは必要となる。

【0053】例えば、レチクルステージ体 206 にサーボがなされた場合、仮に、レチクルステージ体 206 が振動的な動きをしても、ウエハステージ 14 は質量比の逆数と同じ速度比を維持した状態でレチクルステージ体 206 と相似的な振動的な動きをする。また、運動量が保存されるため、系の重心位置は常に一定であるからベース構造体 200 を揺らすこともない。従って、両者の

走査露光時の同期誤差は常に零となる。

【0054】このようにしてウエハ W 上の一つのショット領域の露光が終了すると、ステージ主制御系 260 では駆動回路 256 を介してリニアモータ 240、242 を駆動してウエハ W の当該露光済みのショットの隣のショット領域を投影光学系 PL の露光フィールド内に位置決めする（ステッピングを行なう）。この位置決め後、ステージ主制御系 260 では主走査駆動系 255 を介してリニアモータ 216 を駆動し、レチクルステージ体 206 を前と反対方向（+X 方向）に走査して当該ショットの露光を開始する。この場合、ウエハステージ 14 は -X 方向にレチクルステージ体 206 の  $1/4$  の速度で走査される。

【0055】以後、同様に、ステップ・アンド・スキャン方式でウエハ上のショット領域の露光が行われる。

【0056】以上説明したように、本第 1 実施例によると、レチクル側のステージ体とウエハ側のステージ体との質量比  $M_r/M_w$  を投影光学系 PL の縮小倍率  $M_{pl}$  と等しく設定するだけで、複雑な同期制御回路等を設けることなく、また、特に動特性に優れたステージやアクティブ除振装置等の特別な除振装置を用いることなく、簡単な構成でレチクル構造体 206 とウエハステージ 12 とを、運動量保存の法則に基づいて常に同期誤差零で走査することができるという効果がある。また、レチクルステージ体 206 とウエハステージ 14（ウエハステージ体 208、220）とが運動量保存則に従って互いに逆向きに移動するため、ベース構造体 200 を含む装置ボディ全体の X 方向に関する重心位置がほとんど変わらず、装置の揺れが低減されると言った効果も得られる。

【0057】ところで、本第 1 実施例では、上記の如く、レチクルステージ体 206 と基板ステージ（ウエハステージ体 208、220）との間にスキャン方向（X 方向）に延設されたリニアモータ 216 が配置され、ウエハステージ 14 がベース構造体 200 上を非接触状態で X 方向に 1 次元移動するようにエアベアリングで支持され、レチクルステージ体 206 がベース構造体 200 上を非接触状態で X 方向に 1 次元移動するようにエアベアリングで支持されている。

【0058】従ってリニアモータ 216 の駆動コイル部 216B に駆動電流が供給されている間は、運動量保存則に従ってレチクル R とウエハ W の X 方向の相対位置関係は制御されたものとなる。ところが、リニアモータ 216 への給電が断たれるとレチクルステージ体 206 とウエハステージ 14 との X 方向の相対位置関係を保つ強制力が失われることになる。

【0059】このため、リニアモータ 216 への給電が断たれたときに生じる露光装置内部の振動源（他のモータ等）からの振動、露光装置外部の空調機器等からの振動、露光装置を設置する床面の振動、或いは露光装置全

体の僅かな傾斜等によって、レチクルステージ体206とウエハステージ14とのX方向の相対位置関係が徐々にずれてくる可能性がある。

【0060】この場合において、リニアモータ216のコイル配置、各コイルの巻線構造、駆動電流の供給制御等を工夫して、レチクルステージ体206とウエハステージ14とのX方向の相対変位を零に保つようなサーボ制御が可能なりニアモータとすることもできる。この場合はリニアモータ216への供給電流を制御するだけで、容易にレチクルRとウエハWとのX方向の相対位置関係を静止させることができる。しかしながらその場合でも、各種振動や露光装置の傾斜等によってレチクルステージ体206とウエハステージ14とが一体となってベース構造体200上をX方向にずれる可能性がある。

【0061】いずれの場合も、レチクルステージ体206はウエハステージ14がベース構造体200に対してずれてしまうことに違いはなく、このことはベース構造体200に対して固定された照明系212の光軸（又は照明光束）と、走査露光開始時に設定されるべきレチクルRとのX方向の相対位置関係が変化することを意味し、ステップ&スキャン方式の露光シーケンスに重大な影響を与えることになる。

【0062】このような不都合を解消すべく、第2のリニアモータ214が機能する。すなわち、本第1実施例の露光装置100では、運動量保存則に従った速度比でレチクルステージ体206とウエハステージ14（ウエハステージ体208、220）との相対位置関係を制御する第1のリニアモータ216の他に、ベース構造体200に対するレチクルステージ体206の絶対位置を制御する第2のリニアモータ214が設けられていることから、走査露光時に運動量保存則に従ってレチクルステージ体206とウエハステージ14（ウエハステージ体208、220）とを逆向きに移動させるときは第2のリニアモータ214の駆動コイル部214Bの給電端子を開放して無負荷状態にし、一方、レチクルステージ体206の絶対位置を制御するときは、ベース構造体200に対するレチクルステージ体206のX方向位置計測用の干渉計RIFxからの位置情報や速度情報に基づいて第2のリニアモータ214をサーボ制御することができる。

【0063】従って、各リニアモータをS&S方式のウエハ露光シーケンスに応じて連携制御することにより、照明光束に対するレチクルRの位置を常に正確に管理することが可能となる。

【0064】さらに、露光処理が完了した後のレチクルR、ウエハWのベース構造体200に対する位置関係を露光処理開始時の位置関係から変化しないようにできるため、レチクル交換やウエハ交換の際の自動搬送機構のアーム等との間での受渡し位置のずれが防止されるといった利点もある。

【0065】なお、上記第1実施例では投影光学系としてレチクルRのパターンの倒立像をウエハW上に投影する倒立系の光学系を使用する場合を例示したが、上下対称の回路パターンを露光する場合等には、回路パターンの正立像を感光基板上に結像する正立系の光学系を投影光学系として使用することは可能である。

【0066】さらに、上記第1実施例では、投影光学系の縮小倍率が1/4である場合を例示したが、投影光学系の縮小倍率は何倍であってもかまわない。例えば、縮小倍率が1倍（等倍）であっても、本発明のメリットは大きなものがある。すなわち、本発明によれば、運動量が保存されるので、ステージの移動により系の重心位置が移動することなく、ステージの移動による反力でボディが揺れることがないので、アクティブ除振装置等の高価な除振装置等が不要になり、しかも一方のステージが振動的な動きをしても他方のステージがこれに応じて同様の振動的な動きをし、同期誤差が生じることがないからである。

【0067】《第2実施例》次に、本発明の第2実施例を図5に基づいて説明する。ここで、前述した第1実施例と同一又は同等の構成部分については同一の符号を用いると共にその説明を簡略にし若しくは省略する。この第2実施例は、図5に示されるように、リニアモータ214に機能的に関連して発電用コイル257と、そのコイル257からの電流を消費する回生制動用の負荷回路258とが併設されている点に特徴を有する。制御系のその他の構成及びその他の装置構成等は前述した第1実施例と同一である。

【0068】この第2実施例では、第2のリニアモータ214を利用して、走査露光時のレチクルステージ体206とウエハステージ14（ウエハステージ体208、220）との速度比を、例えば±0.1%程度の範囲内でp. p. mオーダーの分解能で微調整する回生制御回路、具体的には図5中の発電用コイル257と負荷回路258とを設け、走査方向に関する転写倍率を微小変化（ウエハW上での走査方向の設計寸法を35mmとしたとき、それを全体として数百nm程度だけ伸縮）させる。

【0069】これを更に詳述すると、発電用コイル257は第2のリニアモータ214内に特別な発電用コイルを設けるか、駆動用のコイルを発電用に兼用するかして構成され、第1のリニアモータ216でレチクルステージとウエハステージとを逆向きに移動させている間、その発電用コイルの端子に負荷回路258（適当な負荷抵抗器を含む）を接続して回生制御を行うことで、レチクルステージ体206のX方向の動負荷を増大させ、レチクルステージ体206とウエハステージ14の速度比を微量変化させる。

【0070】なお、回生制動量の制御のために、負荷回路258は発電用コイル257から電流を高速スイッ

チング素子等を介して負荷抵抗器に流すように構成され、スイッチング素子のオン・オフの周波数やオン時間とオフ時間のデューティ比等を広範囲に可変させるようにすればよい。

【0071】ここでは、速度比 $V_w/V_r$ を縮小倍率 $M_{pl}$ と精密に微調整するために、第2のリニアモータ214の駆動コイル部214Bと一体になった発電用コイル257（図5参照）と負荷回路258を利用して、レチクルステージ体206の移動方向に対して動的負荷を加えるように制御する。その負荷回路258は発電用コイル257に対して可変負荷抵抗器として作用し、発電用コイル257から取り出す電流を、主走査駆動回路255からの制御指令に応じてほぼ連続的に変化させる機能を有する。

【0072】走査露光の間、レチクルステージ体206は速度 $V_r$ で移動しようとするが、発電用コイル257の端子に適当な負荷抵抗が接続されていると、その負荷抵抗器で消費されるエネルギーに対応した運動量がレチクルステージ体206に加算されることになる。これはレチクルステージ体206の見かけ上の質量 $M_r$ を微小量だけ増加させることに相当する。このため、ウエハステージ14とレチクルステージ体206との速度比 $V_w/V_r$ が微調整される。

【0073】この場合、レチクルステージ体206の見かけ上の質量は増大する方向にしか作用しないので、質量比 $M_r/M_w$ が大きくなって速度比 $V_w/V_r$ が、 $M_{pl} < (V_w/V_r)$ の方向に調整される。このため静止状態での質量比 $M_r/M_w$ が、縮小倍率 $M_{pl}$ に対してわずかに小さくなるように各ステージ体の質量を設定しておき、走査露光時には常に回生制動量を適度に調整することで速度比と縮小倍率とを一致させればよい。

【0074】一方、運動量保存則に従ってウエハステージ14とレチクルステージ体206とを互いに逆向きに走査移動させているときに、第2のリニアモータ214の駆動コイル部214Bに給電してレチクルステージ体206の駆動に併用すると、レチクルステージ体206の見かけ上の動的質量をわずかに小さくすることができるので、速度比 $V_w/V_r$ を $M_{pl} > (V_w/V_r)$ の方向に調整することも可能である。

【0075】以上説明した本第2実施例によると、走査露光時のレチクルRとウエハWとの走査速度比が回生制動量（発電用コイルからの電流値）の制御によって極めて容易に微調整できることから、レチクルRとウエハWとの速度比を干渉計の計測結果から検出し、その検出値が予め設定された値になるように回生制動量をフィードバック制御すれば、走査方向に関する転写倍率を一律に微調整できるだけでなく、ウエハW上のショット領域の走査開始部分と終了部分との速度比と、ショット領域の中央部分の速度比とを微妙に変えることで、転写歪み（ディストーション）を調整することもできる。

【0076】なお、上記第1、第2実施例では、レチクルステージ体206をベース構造体200上で単独にスキャン方向に移動させるためにリニアモータ214を設けたが、これに代えてあるいはこれと共に第1、第2ウエハステージ体208、220のX方向の位置を確実に静止させたり、第1、第2ウエハステージ体208、220をベース構造体200上で単独に移動させたりするために、ベース構造体200と第1ウエハステージ体208との間にX方向の推力を発生する第3のリニアモータを設け、ウエハ用干渉計252（WIFx）の計測値に基づいてその第3リニアモータをサーボ制御するようにしてもよい。

【0077】次に、上記第2実施例の装置に、不図示の第3のリニアモータを追加した場合について、レチクルRのパターン領域をウエハW上のショット領域とをアライメントして走査露光する場合の一連のシーケンスを説明する。

【0078】（1）レチクルステージ体をローディング位置に移動させ、レチクルRをステージ上に設置する。このときウエハステージ14は、レチクルステージ体の移動に伴う運動量保存則に従って逆向きに移動させてもよいし、第3のリニアモータをサーボ制御して強制的に所定位置に静止させておいてもよい。

【0079】（2）レチクルステージ体206とウエハステージ体220とが投影光学系の像視野に関して所定の位置に設定されるように各ステージ体206、208、220を移動させ、ウエハステージ体220上に固定された基準マークとレチクルR上のアライメントマークとを投影光学系PLを通してアライメント検出系232で相互に光電検出し、ウエハステージ体220の移動座標系に対してレチクルRがX、Y、 $\theta$ の各方向に整合されるようにレチクルステージ体206上の微動ステージ210を制御する。レチクルRがウエハステージ体220の移動座標系に対して整合された時点で、レチクル用干渉計250からのX、Y計測値と、ウエハ用干渉計252からのX、Y計測値とを1次整合達成位置として記憶する。以後、その位置関係がただちに再現されるように管理される。

【0080】（3）ウエハWをウエハステージ体220上に載置するために、ウエハステージ体220を所定のローディング位置に移動させる。その後、ウエハW上のいくつかのショット領域に付随して形成されたアライメントマークの各々が投影光学系PLの視野内に次々に配置されるようにウエハステージ体220を移動させ、各アライメントマークを投影光学系PLを介してアライメント検出系230で順次検出する。その検出結果に基づいて、ウエハW上のショット領域の配置座標系とレチクルRのパターン領域との相対位置関係（X、Y、 $\theta$ 方向）が決定される。

【0081】（4）決定された位置関係のうちX方向に

位置ずれが生じているときは、第 3 のリニアモータを駆動してウエハステージ 1 4 がベース構造体に対して変位しないようにサーボロックさせた状態で、第 1 のリニアモータ 2 1 6 を駆動させてレチクルステージ体 2 0 6 をウエハステージ 1 4 に対して X 方向に微動させる。またウエハ W 上のショット配列座標系とレチクル R のパターン領域との Y 方向の相対位置誤差は、ウエハステージ体 2 2 0 か、レチクルステージ体 2 0 6 上の微動ステージ 2 1 0 によって補正され、 $\theta$  方向の相対位置誤差はリニアモータ 2 4 0、2 4 2 によるウエハステージ体 2 2 0 の微小回転により補正される。なお、ウエハステージ体 2 2 0 上に  $\theta$  ステージを別に設けても良い。

【0082】(5) こうしてレチクル R のパターン領域とウエハ W 上のショット配列座標系とが X、Y、 $\theta$  方向に関して精密に整合された時点で、レチクルステージ体 2 0 6 とウエハステージ体 2 2 0 との X、Y 方向の相対位置関係を 2 次整合達成位置として干渉計から読み取って記憶する。この 2 次整合達成位置は、そのウエハ W を露光処理している間の各ステージ体の移動位置の管理の基準として利用される。

【0083】(6) 次に、レチクル R 上のパターン領域が照明光束によって照射開始される位置にくるようにレチクルステージ体 2 0 6 を X 方向に位置付けるとともに、ウエハ W 上の 1 つのショット領域が露光開始される位置にくるようにウエハステージ 1 4 を X 方向に位置付ける。

【0084】(7) そして、第 1 のリニアモータ 2 1 6 を駆動し、運動量保存則に従ってレチクルステージ体 2 0 6 とウエハステージ 1 4 とを投影光学系 PL の結像倍率 Mpl に対応した所定の速度比で逆向きに移動させる。この際、走査方向に関する転写倍率の微調整は両ステージ間の速度比変動の許容範囲内への抑制が必要とされる場合は、速度比変化（又は相対位置関係の変化立）の精密な計測結果に基づいて第 2 のリニアモータ 2 1 4、第 3 のリニアモータを積極的に制御し、レチクルステージ体 2 0 6 又はウエハステージ 1 4 の見かけ上の動的質量を連続的に微調整すればよい。

【0085】《変形例》次に、変形例を図 6 (A)、(B) に基づいて説明する。

【0086】この変形例の露光装置は、感光基板としてのウエハ W のみでなく、マスクとしてのレチクル R がレチクルステージ 1 6 上に水平に保持されている点に特徴を有する。

【0087】この露光装置は、定盤 1 2 上にエアベアリング（空気軸受け）1 3 を介して浮上支持されたレチクルステージ 1 6 及び基板ステージ 1 4 と、回路パターンを縮小投影する反射光学系から成る投影光学系 PL と、光源 2 0 とを備えている。

【0088】この変形例の露光装置においては、基板ステージ 1 4 は定盤 1 2 上に浮上支持され X 軸方向に移動

可能な第 1 ステージ 1 4 A と、この第 1 ステージ 1 4 A 上をリニアモータによって Y 軸方向に駆動される第 2 ステージ 1 4 B とを有している。この第 2 ステージ 1 4 B 上にウエハ W が保持されている。

05 【0089】レチクルステージ 1 6 は、図 6 (B) に示されるように、第 1 ステージ 1 4 A を跨いだ状態で配置されており、両ステージ 1 6、1 4 A 間には、コイル 1 8 A とマグネット 1 8 B とから成るリニアモータ 1 8、1 8 が介装されている。

10 【0090】光源 2 0 からの露光光が不図示の照明光学系を介してレチクル R を下方から照明すると、細長い照明領域（投影光学系の露光フィールドに対応）内の回路パターンの像が投影光学系 PL を介してウエハ W 上に縮小投影される。

15 【0091】従って、この変形例の場合も、レチクルステージ 1 6 と基板ステージ 1 4 の質量の比を投影光学系 PL の縮小倍率 Mpl と同一に設定しておけば、上記各実施例と同様に、両ステージ 1 6、1 4 の同期誤差が常に零で回路パターンの走査露光が行われ、同様の効果が得られる。

20 【0092】なお、上記第 1、第 2 実施例では感光基板が基板ステージ上に水平に保持される場合、すなわち横置ききの基板ステージを使用する場合を例示したが、感光基板が基板ステージに垂直に保持される、すなわち縦置ききの基板ステージを使用する露光装置に本発明を適用することは可能である。

25 【0093】また、上記第 1、第 2 実施例では、第 2 ステージを非走査方向に駆動する駆動手段としてリニアモータを使用する場合を例示したが、本発明がこれに限定されることはなく、送りねじ機構を用いて第 2 ステージを非走査方向に駆動するような構成にしても良い。

【0094】

30 【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、単純な構成で、装置を構成する構造物に発生する応力を低減し、装置全体の傾きや揺れを抑え、しかもマスクステージと基板ステージとの同期性能の向上を図ることができるという従来にない優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理的な構成を示す図である。

40 【図 2】第 1 実施例の露光装置を示す概略構成図である。

【図 3】図 1 の装置の概略平面図である。

【図 4】図 1 の装置の制御系の構成を示すブロック図である。

45 【図 5】第 2 実施例の装置の制御系の構成を示すブロック図である。

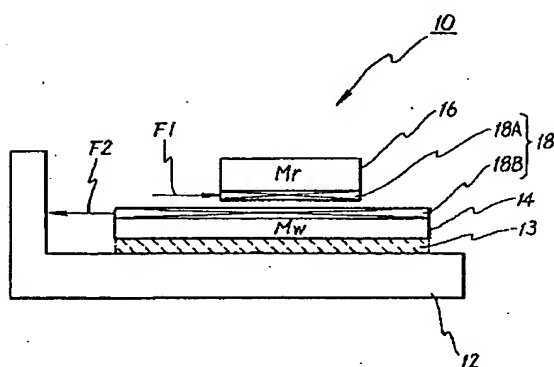
【図 6】変形例を示す図であって、(A) は概略正面図、(B) は (A) の右側面図である。

【符号の説明】

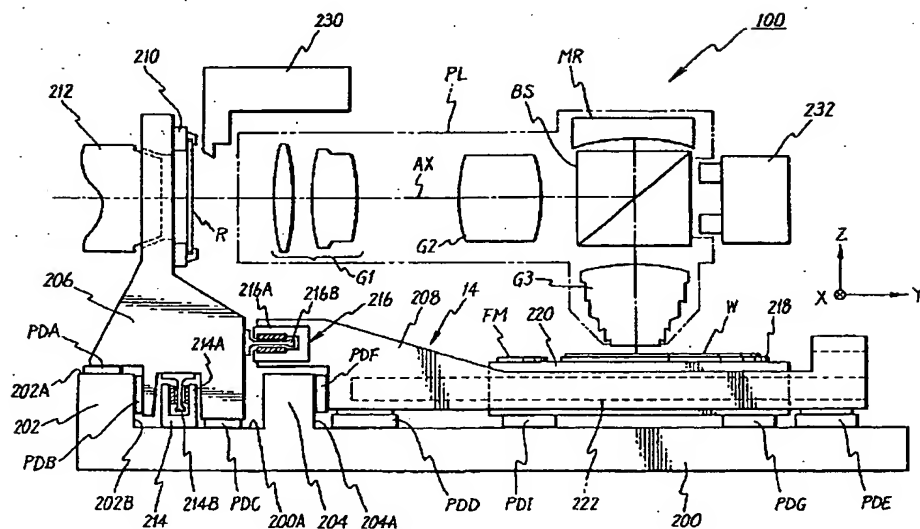
50 10 露光装置

- |       |                       |        |                    |
|-------|-----------------------|--------|--------------------|
| 1 2   | 定盤（ベース部材）             | 2 3 2  | ハーフＴＴＬアライメント検出系    |
| 1 3   | エアベアリング（空気軸受け）        | 2 5 7  | 発電コイル（回生制動制御回路の一部） |
| 1 4   | ウエハステージ（基板ステージ）       | 2 5 8  | 負荷回路（回生制動制御回路の一部）  |
| 1 6   | マスクステージ               | R      | レチクル（マスク）          |
| 1 8   | 第１のリニアモータ             | 05 W   | ウエハ（感光基板）          |
| 1 0 0 | 露光装置                  | P L    | 投影光学系              |
| 2 0 0 | ベース構造体（ベース部材）         | G 1    | 第１レンズ群（透過光学素子）     |
| 2 0 6 | レチクルステージ体（マスクステージ）    | G 2    | 第２レンズ群（透過光学素子）     |
| 2 0 8 | 第１ウエハステージ体（第１ウエハステージ） | G 3    | 第３レンズ群（透過光学素子）     |
| 2 1 4 | 第２のリニアモータ             | 10 B S | ビームスプリッタ（光分割器）     |
| 2 1 6 | 第１のリニアモータ             | M R    | 凹面鏡（反射光学素子）        |
| 2 2 0 | 第２ウエハステージ体（第２ウエハステージ） |        |                    |

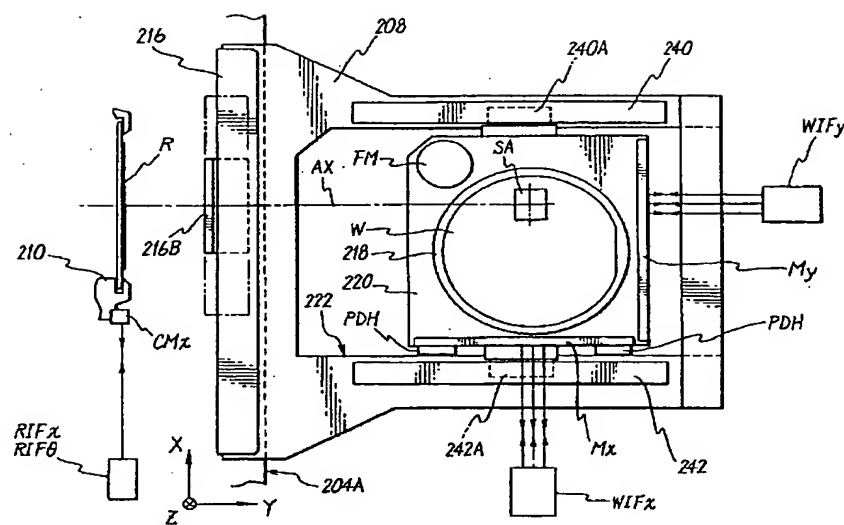
【図 1】



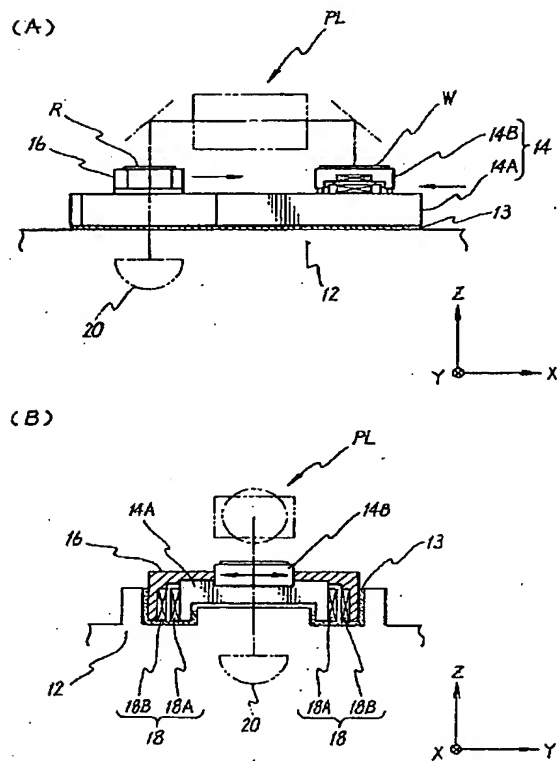
【圖 2】



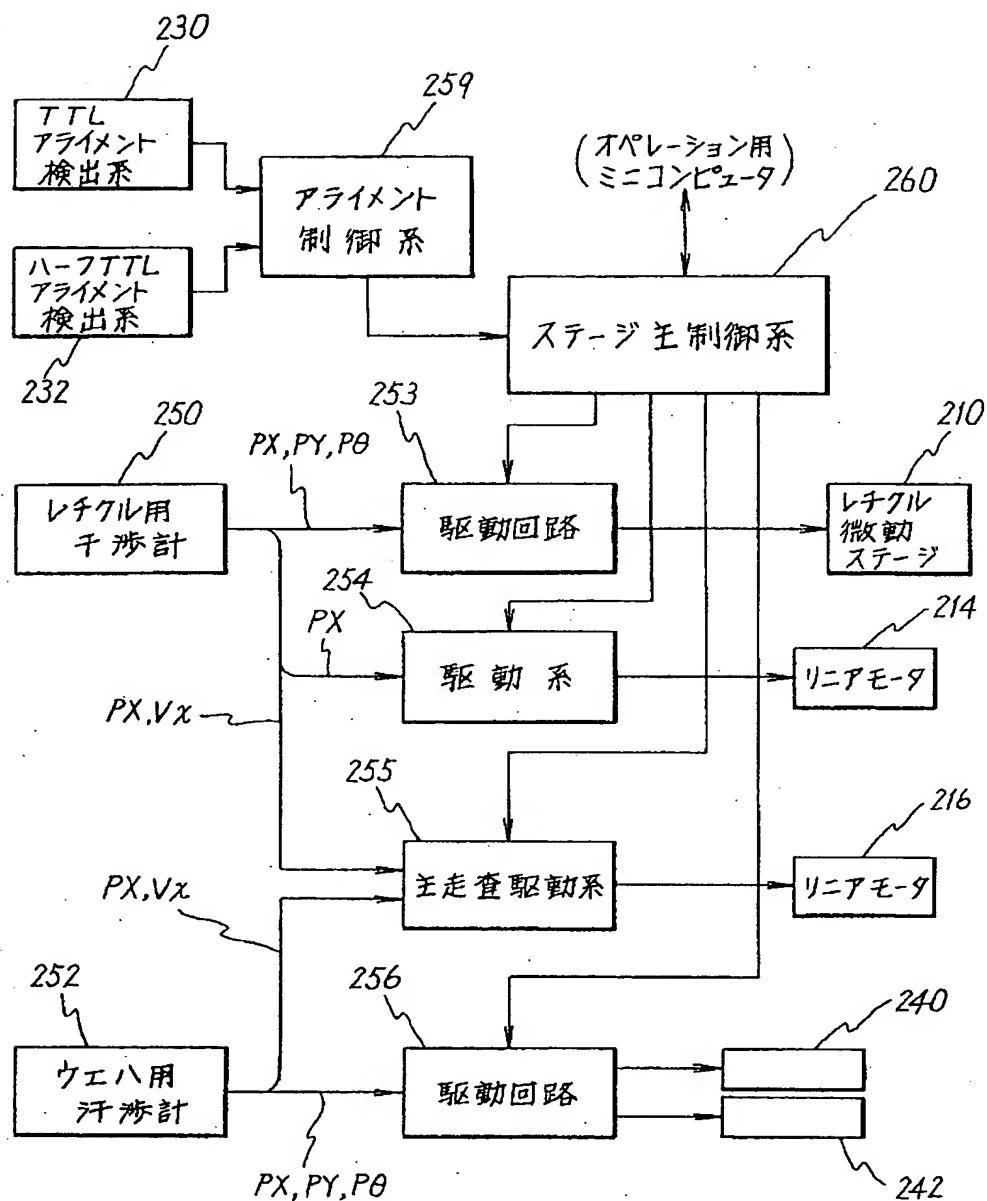
【図 3】



【図 6】



【図 4】





【図5】

